

Requested Patent: JP11118593A

Title: PLANT FAILURE MONITORING DEVICE ;

Abstracted Patent: JP11118593 ;

Publication Date: 1999-04-30 ;

Inventor(s): UCHIDA YASUSHI; FUKAI TADAAKI ;

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO; TOSHIBA ENGINEERING CO ;

Application Number: JP19970296486 19971015 ;

Priority Number(s): JP19970296486 19971015 ;

IPC Classification: G01H17/00; G01D21/00; G01M19/00; G05B23/02 ;

Equivalents: ;

#### ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately capture the failure in equipment based on the change information of acoustic signals being sampled continuously. SOLUTION: A plant failure monitoring device has a signal-processing part 1, an operation part 2, an operation result storage part 3, a criterion value automatic calculation part 4, a judged value setting part 5, a comparison judgment part 6, and a reporting part 7. A criterion value being calculated by the criterion value automatic calculation part 4 is compared with a measured time rate noise level by the comparison judgment part 6. When the criterion value is exceeded, a failure signal is outputted from the reporting part to report failure in equipment.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-118593

(43)公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 H 17/00  
G 0 1 D 21/00  
G 0 1 M 19/00  
G 0 5 B 23/02  
識別記号  
3 0 2

F I  
G 0 1 H 17/00 A  
G 0 1 D 21/00 Q  
G 0 1 M 19/00 A  
G 0 5 B 23/02 3 0 2 S

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-296486

(22)出願日 平成9年(1997)10月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71)出願人 000221018

東芝エンジニアリング株式会社  
神奈川県川崎市幸区堀川町66番2

(72)発明者 内田 恭嗣

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地  
株式会社東芝京浜事業所内

(72)発明者 深井 忠章

神奈川県川崎市幸区堀川町66番2 東芝エ  
ン지니어リング株式会社内

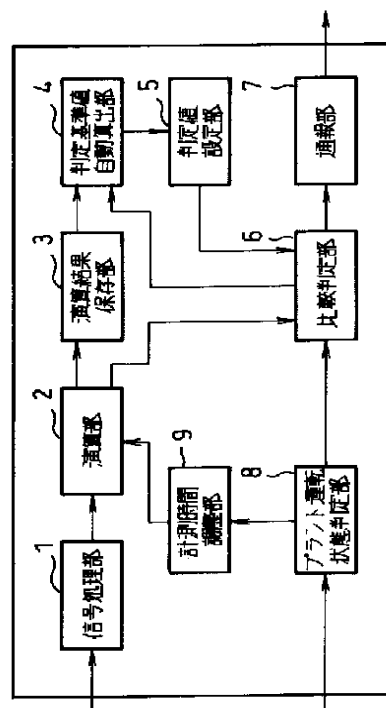
(74)代理人 弁理士 紋田 誠

(54)【発明の名称】 プラント異常監視装置

(57)【要約】

【課題】 連続的に採取される音響信号の変化情報に基づいて機器の異常を正確に捉えること。

【解決手段】 プラント異常監視装置は信号処理部1、演算部2、演算結果保存部3、判定基準値自動算出部4、判定値設定部5、比較判定部6、通報部7を備える。判定基準値自動算出部4で算出された判定基準値と、計測された時間率騒音レベルとが比較判定部6で比較され、判定基準値を超えたならば、通報部7から機器の異常を知らせる異常信号が出力される。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 検出された音響信号をデジタル信号に変換する信号処理部と、このデジタル化処理された実時間音響信号に基づいて計測時間に対する一定の値を超える騒音レベルが占める割合を示す指標である時間率騒音レベルを演算する演算部と、この演算結果を時系列的に保存する演算結果保存部と、この保存された演算結果に基づいて異常判定のための判定基準値を演算する判定基準値自動算出部と、この算出された判定基準値に補正値を加えて最終的な判定基準値を定める判定値設定部と、この判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して異常の有無を判定する比較判定部と、判定結果に基づいて異常があるとき、外部に異常信号を通報する通報部とを備えてなるプラント異常監視装置。

【請求項2】 検出されたプラント運転プロセス状態値に基づいてプラント運転状態を判定するプラント運転状態判定部と、得られたプラント運転状態に合わせて実時間音響信号を計測するための計測時間を変化させる計測時間調整部とを備え、プラント運転状態に応じて変わる機器音の変化に合わせて最適な実時間音響信号計測時間を前記計測時間調整部から前記演算部に出力するようにしたことを特徴とする請求項1記載のプラント異常監視装置。

【請求項3】 前記比較判定部がプラント運転状態により発生した音響レベル変化相当分のレベルを減算する正常音レベル減算部を備え、前記プラント運転状態判定部からプラント内で発生する音響レベル変化を示すフラグが入力されているとき、前記正常音レベル減算部で音響レベル変化相当分のレベルを減算し、得られた値を新たな判定基準値として計測された時間率騒音レベルと比較して判定するようにしたことを特徴とする請求項2記載のプラント異常監視装置。

【請求項4】 前記比較判定部が異常判定時のプラント運転状態に適合する判定基準値を選択する算出判定基準値選択部を備え、前記プラント運転状態判定部からプラント運転状態を示す状態量が入力されたとき、前記判定基準値自動算出部に保存された判定基準値から、そのときのプラント運転状態に最適な判定基準値を選択し、この選択された判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して判定するようにしたことを特徴とする請求項2記載のプラント異常監視装置。

【請求項5】 検出された音響信号とデジタル信号に変換する第1信号処理部と、このデジタル化処理された実時間音響信号を周波数帯域単位に分割する第2信号処理部と、分割された周波数帯域を任意に組み合わせる特定周波数帯域抽出部と、組み合わせられた実時間音響信号に基づいて計測時間に対する一定の値を超える騒音レベルが占める割合を示す指標である時間率騒音レベルを演算する演算部と、この演算結果を時系列的に保存する演算結果保存部と、この保存された演算結果に基づいて異常

判定のための判定基準値を演算する判定基準値自動算出部と、この算出された判定基準値に補正値を加えて最終的な判定基準値を定める判定値設定部と、この判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して異常の有無を判定する比較判定部と、判定結果に基づいて異常があるとき、外部に異常信号を通報する通報部とを備えてなるプラント異常監視装置。

【請求項6】 検出されたプラント運転プロセス状態値に基づいてプラント運転状態を判定するプラント運転状態判定部を備え、前記プラント運転状態判定部からの指令により前記特定周波数帯域抽出部から組み合わせ要求信号を前記第2信号処理部に出力し、プラント運転状態に応じて変化する機器の発する固有周波数帯域減音に合わせて抽出する周波数範囲を変えるようにしたことを特徴とする請求項5記載のプラント異常監視装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は発電プラント、化学プラント等の構成機器が発する音響信号から監視員と同等に機器の異常を高感度で捉えることを可能にしたプラント異常監視装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】発電プラント、化学プラントに代表される大規模プラントは多数の機器から構成され、プラント運転中、これらの機器の働きが正常か否かを常時監視する必要がある。この機器の監視は自動監視によるものが大部分であるが、監視員による現場機器の巡視も多くみられる。巡視には多大の労力がかかるため、自動化による監視員の負担軽減が一層求められている。

【0003】自動化が進んだ例では、たとえば、発電プラントの回転体の振動を検知するセンサ等、異常検知手段は軸受付近に生じる特定の異常に対して初期の兆候で捉えることが可能で、異常判定の方式も実用上完成の域に近いものとして知られている。また、異常の発生がどの機器で、何が原因であるか判らないような特定の機器を対象としない、茫洋とした異常現象全般を捉える監視のために監視員の五官に代わる、たとえば、マイクロホン等のセンサを応用した異常検知装置が巡視を補完する手段として実際に用いられている。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、異常現象全般を捉えるために行う巡視では監視員は単に聴覚によって得られる音響情報だけに頼って判断を下している訳ではなく、永年にわたる経験で培ったそれ以外の判断材料を加えて複雑かつ微妙な判断を下している。この判断結果は現在実現可能な、たとえば、マイクロホンなどのセンサからの情報に基づいて判定する異常検知装置とは情報量において格段の差があり、当然異なっている。

【0005】また、従来の巡視で用いられる方法は時系列データを離散的に収集し、音の大きさを音響信号のレ

ベルとして、あるいは音色を周波数成分として監視しているに過ぎず、正確に機器の状態を捉えるだけの多量の情報を収集することができない。

【0006】そこで、本発明の目的は連続的に採取される音響信号の時系列的な変化情報に基づいて機器の異常を正確に捉えることのできるプラント異常監視装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に係る発明は検出された音響信号をデジタル信号に変換する信号処理部と、このデジタル化処理された実時間音響信号に基づいて計測時間に対する一定の値を超える騒音レベルが占める割合を示す指標である時間率騒音レベルを演算する演算部と、この演算結果を時系列的に保存する演算結果保存部と、この保存された演算結果に基づいて異常判定のための判定基準値を演算する判定基準値自動算出部と、この算出された判定基準値に補正値を加えて最終的な判定基準値を定める判定値設定部と、この判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して異常の有無を判定する比較判定部と、判定結果に基づいて異常があるとき、外部に異常信号を通報する通報部とを備えることを特徴とする。

【0008】上記構成からなるプラント異常監視装置においては音響信号レベルを連続的に採取して時系列的な変化情報を取り込み、現場雰囲気に関わりなく近い情報を得ることができる。こうして得た情報は監視員が巡視の際に得る情報に本来的に近く、機器の異常を適格に捉えることが可能である。

【0009】さらに、請求項2に係る発明は検出されたプラント運転プロセス状態値に基づいてプラント運転状態を判定するプラント運転状態判定部と、得られたプラント運転状態に合わせて実時間音響信号を計測するための計測時間を変化させる計測時間調整部とを備え、プラント運転状態に応じて変化する機器音の変化に合わせて最適な実時間音響信号計測時間を計測時間調整部から演算部に出力するようにしたことを特徴とするものである。

【0010】上記構成からなるプラント異常監視装置においては機器の運転状態をプラントプロセス状態値から判断し、実時間音響信号計測時間を機器の状態に合った最適な時間とすることができる。これにより機器音の変化に対応して判断のための情報として必要なすべての情報を得ることが可能で、プラントが過渡的な状況におかれているときも正確に機器の異常を捉えることができる。

【0011】また、請求項3に係る発明は比較判定部がプラント運転状態により発生した音響レベル変化相当分のレベルを減算する正常音レベル減算部を備え、プラント運転状態判定部からプラント内で発生する音響レベル変化を示すフラグが入力されているとき、正常音レベル減算部で音響レベル変化相当分のレベルを減算し、得ら

れた値を新たな判定基準値として計測された時間率騒音レベルと比較して判定するようにしたことを特徴とするものである。

【0012】上記構成からなるプラント異常監視装置においては機器の異常から発せられた音と日常的に発生する紛らわしい音を区別することが可能であって、誤判定を確実に防ぐことができる。

【0013】さらに、請求項4に係る発明は比較判定部が異常判定時のプラント運転状態に適合する判定基準値を選択する算出判定基準値選択部を備え、プラント運転状態判定部からプラント運転状態を示す状態量が入力されたとき、判定基準値自動算出部に保存された判定基準値から、そのときのプラント運転状態に最適な判定基準値を選択し、この選択された判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して判定するようにしたことを特徴とするものである。

【0014】上記構成からなるプラント異常監視装置においては異常判定時のプラント運転状態に適合する判定基準値を選択することができ、常に高感度を保って判定を下すことが可能になる。

【0015】また、請求項5に係る発明は検出された音響信号とデジタル信号に変換する第1信号処理部と、このデジタル化処理された実時間音響信号を周波数帯域単位に分割する第2信号処理部と、分割された周波数帯域を任意に組み合わせる特定周波数帯域抽出部と、組み合わせられた実時間音響信号に基づいて計測時間に対する一定の値を超える騒音レベルが占める割合を示す指標である時間率騒音レベルを演算する演算部と、この演算結果を時系列的に保存する演算結果保存部と、この保存された演算結果に基づいて異常判定のための判定基準値を演算する判定基準値自動算出部と、この算出された判定基準値に補正値を加えて最終的な判定基準値を定める判定値設定部と、この判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して異常の有無を判定する比較判定部と、判定結果に基づいて異常があるとき、外部に異常信号を通報する通報部とを備えるものである。

【0016】上記構成からなるプラント異常監視装置においては監視対象機器に特徴的な固有の周波数帯域に限定することができ、高い信号対雑音比を保って正確に判定することが可能になる。

【0017】さらに、請求項6に係る発明は検出されたプラント運転プロセス状態値に基づいてプラント運転状態を判定するプラント運転状態判定部を備え、プラント運転状態判定部からの指令により特定周波数帯域抽出部から組み合わせ要求信号を第2信号処理部に出力し、プラント運転状態に応じて変化する機器の発する固有周波数帯域減音に合わせて抽出する周波数範囲を変えるようにしたことを特徴とするものである。

【0018】上記構成からなるプラント異常監視装置においてはプラント運転状態に応じて監視対象機器の発す

る固有周波数帯域音に合わせたきめ細かな判定が可能で、プラント運転状態全般にわたり高い信号対雑音比を保って正確に判定を下すことができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1において、プラント異常監視装置は信号処理部1、演算部2、演算結果保存部3、判定基準値自動算出部4、判定値設定部5、比較判定部6および通報部7を有する。

【0020】信号処理部1はマイクロホン（図示せず）で検出信号を入力し、A/D変換を経てデジタル化された実時間音響信号を出力する。演算部2は入力された実時間音響信号に基づいて後記の計測時間調整部によって指示された計測時間に見合う実時間音響信号を一時的に蓄え、計測時間に該当するデータを収集し、後に詳述される時間率騒音レベルを演算して出力する。演算結果保存部3では入力された時間率騒音レベルを時系列的に保存する。

【0021】また、判定基準値自動算出部4は入力された時間率騒音レベルに基づいて判定基準値を算出して出力する。判定値設定部5では入力された判定基準値に決められた補正値を加算し、得られた判定値を比較判定部6に出力する。

【0022】さらに、比較判定部6は判定値設定部5からの判定基準値と、演算部2から与えられる実時間騒音レベルとを比較し、判定結果を出力する。通報部7は入力された判定結果に応じて外部に異常信号を出力する。

【0023】また、プラント異常監視装置は入力されるプラント運転プロセス状態値に基づいてプラントの運転状態を判定するプラント運転状態判定部8およびプラント運転状態判定部8から判定結果が入力されたとき、それに応じた適切な計測時間を決めて演算部2に出力する計測時間調整部9を備えている。

【0024】本実施の形態は上記構成からなり、マイクロホンで検出された音響信号は信号処理部1においてデジタル信号に変換され、実時間音響信号として演算部2に入力される。この実時間音響信号は演算部2において一時保存され、順次時間率騒音レベルが演算される。このとき、プラント運転プロセス状態値に基づいて、たとえば、過渡的な状態下であれば、計測時間を長く保ち、一方、安定した状態であれば、計測時間を短くするということにプラント運転状態に応じてプラント運転状態判定部8から計測時間調整部9に指令が出力され、この指示された計測時間の間に限り時間率騒音レベルが演算される。

【0025】この実時間騒音レベルは図2に示すように実時間音響信号計測時間tに対し音響信号aが実線で示されるある設定値を超えている騒音レベルbと、点線で示される設定値に満たない騒音レベルcとに区別し、設定値を超える騒音レベルの確率から、そのとき騒音レベ

ルが決定される。

【0026】この演算結果は演算結果保存部5に出力されて時系列を保って保存される。また、得られた時間率騒音レベルは後記のように比較判定部6に出力されて比較のために用いられる。

【0027】演算結果保存部5に保存された実時間騒音レベルは判定基準値自動算出部4に出力されて、たとえば正規分布をみるための統計処理を経て3 $\sigma$ 超であれば、正常値からの逸脱、3 $\sigma$ 未満であれば、正常値の範囲内であるというように、明確に判定することが可能な判定基準値が算出される。

【0028】一方、この算出された判定基準値に従う判定では機器の特性等を考慮していない関係で判定が必ずしも正確でない。そこで、算出された判定基準値は基準値を補正するために判定値設定部5に出力される。ここで、判定基準値には補正値が加えられて修正され、これが最終的な判定基準値として比較判定部6に出力される。

【0029】比較判定部6には演算部2から実時間騒音レベルが入力される。比較判定部6においては判定値設定部5から与えられる判定基準値と、この実時間騒音レベルとが比較され、判定基準値を超えたならば、通報部7から機器の異常を知らせる異常信号が出力される。この結果、監視員は異常信号から音響を発している機器を特定し、異常原因の究明に着手することができる。

【0030】このように、本実施の形態においては音響信号レベルを連続的に採取して時系列的な変化情報をすべて取り込み、現場雰囲気に関りなく近い情報を得ることが可能で、機器の異常を的確に捉えることができる。

【0031】また、機器の運転状態をプラント運転プロセス状態値に基づいて判断し、実時間音響信号計測時間を機器の状態に合った最適な時間とすることができ、機器音の変化に対応して情報量として必要なすべての情報を得ることが可能である。

【0032】ところで、プラント運転において日常的に発生する発生音の中には現実的に望ましいレベルの異常検知装置を構成しても監視対象の機器が正常か異常かを判別するのを困難にする音も含まれている。この代表的な音源には音声通報装置（ページング）の音、弁の動作を確認するために行う弁動作試験によって発生する音などがある。こうした判定結果に影響を及ぼしかねない音と、機器の異常から発せられる音とを区別するために音声通報装置の使用であることを示す信号、弁動作試験中を示す信号等をプラント運転状態判定部8で入力し、これらの音の発生時には比較判定部6において補正を加えて誤判定を防ぐようにする。

【0033】図3にこの誤判定を防止するための補正処理機能の一例を示している。プラント運転状態判定部8から、たとえば音声通報装置の動作信号が比較判定部6の正常レベル減算部11に入力されているとき、プラ

ント内で発生した音響レベル変化相当分のレベルが減算され、この得られた値が新たな判定基準値として再設定される。この判定基準値と演算部2からの実時間騒音レベルとが比較され、比較判定部6から通報部7に判定結果が出力される。

【0034】このように、本実施の形態においては機器の異常から発せられた音と日常的に発生する紛らわしい音とを区別することが可能で、誤判定を確実に防止することができる。

【0035】さらに、比較判定部6は異常判定時のプラント運転状態に適合する判定基準値を選択する算出判定基準値選択機能を有する。プラント運転状態判定部8から、たとえば発電機出力が比較判定部6の算出判定基準値選択部12に入力されたとき、プラント運転状態の変化に対応すべく判定基準値を保存している判定基準値自動算出部4に判定基準値を求める信号が出力され、そのときの発電機出力に最適な判定基準値が判定値設定部5を介して算出判定基準値選択部12に与えられる。この判定基準値と演算部2からの実時間騒音レベルとが比較され、比較判定部6から通報部7に判定結果が出力される。

【0036】このように、本実施の形態においては異常判定時のプラント運転状態に適合する判定基準値を選択することができ、常に高感度を保って判定を下すことが可能になる。

【0037】さらに、本発明の他の実施の形態を説明する。図4において、プラント異常監視装置は信号処理部（以下、本実施の形態では第1信号処理部と称する）1から与えられる実時間音響信号を周波数帯域単位に分割する第2信号処理部10および分割された周波数帯域を任意に組み合わせる特定周波数帯域抽出部11を備えている。

【0038】上記構成において、第1信号処理部1でデジタル信号に変換された実時間音響信号は第2信号処理部10に入力される。ここで、この実時間音響信号は特定周波数帯域抽出部11からの指示に従い周波数帯域単位に分割される。実時間音響信号はこの分割された周波数帯域毎に演算部2に一時保存され、先に述べた方法により順次時間率騒音レベルが演算される。

【0039】本実施の形態においては全周波数帯域を対象とせず、監視対象機器に特徴的な固有の周波数帯域に限定することにより抽出する周波数帯域音が広がる場合と比べて信号対雑音比を高く保って判定することが可

能になる。

【0040】また、本実施の形態は特定周波数帯域抽出部11によってよりきめ細かな判定が可能になる。通常、監視対象の機器はプラント運転状態の変化により抽出すべき周波数帯域が変動する。そこで、プラント運転状態判定部8からの指令により特定周波数帯域抽出部11が抽出する周波数帯域の組み合わせを変更するように第2信号処理部10に組み合わせ要求信号を出力する。

【0041】このように、周波数帯域の組み合わせを変えることで、プラント運転状態に応じて刻々変化する監視対象機器の発する固有周波数帯域音に合わせたきめ細かな判定が可能で、プラント運転状態の全般にわたり高い信号対雑音比を保って正確に判定を下すことができる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明は演算部においてデジタル化処理された実時間音響信号に基づいて時間率騒音レベルを演算し、演算結果から判定基準値自動算出部で異常判定のための判定基準値を得て、これに補正値を加えて最終的な判定基準値を定め、比較判定部においてこの判定基準値と計測された時間率騒音レベルとを比較して異常の有無を判定するようにしたので、音響信号レベルを連続して採取して時系列的な変化情報をすべて取り込み、現場雰囲気に関わりなく近い情報を得ることが可能であって、機器の異常を正確に捉えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラント異常監視装置の実施の形態を示すブロック図。

【図2】本発明に係る時間率騒音レベルを説明するための図。

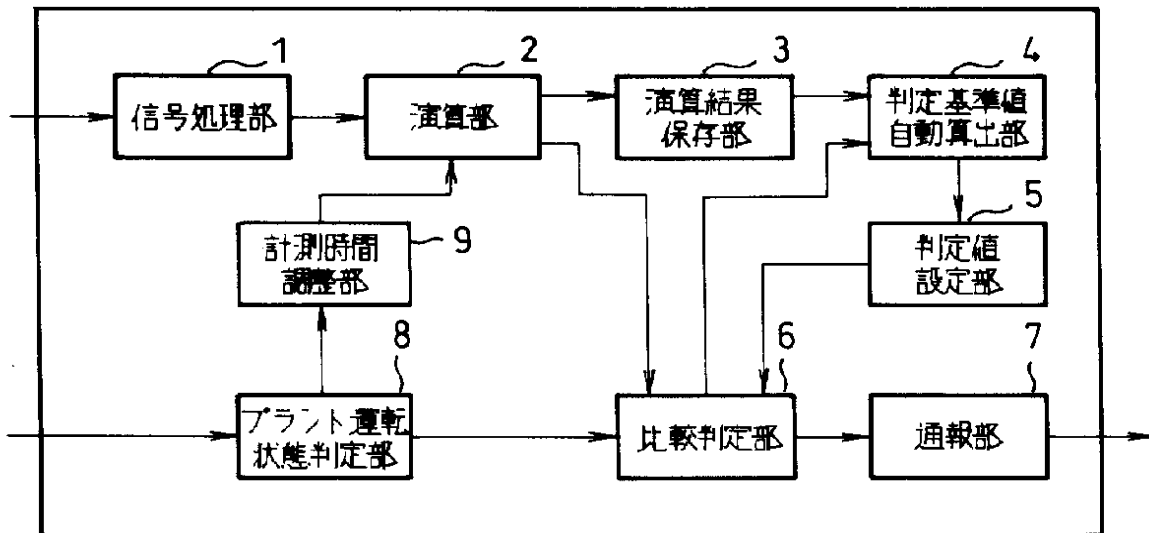
【図3】本発明に係る比較判定部の詳細を示すブロック図。

【図4】本発明の他の実施の形態を示すブロック図。

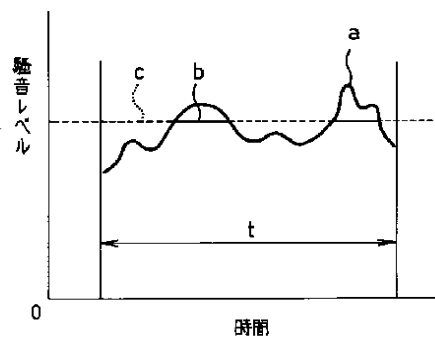
【符号の説明】

- 1 信号処理部
- 2 演算部
- 4 判定基準値自動算出部
- 5 判定値設定部
- 6 比較判定部
- 8 プラント運転状態判定部
- 10 第2信号処理部
- 11 特定周波数帯域抽出部

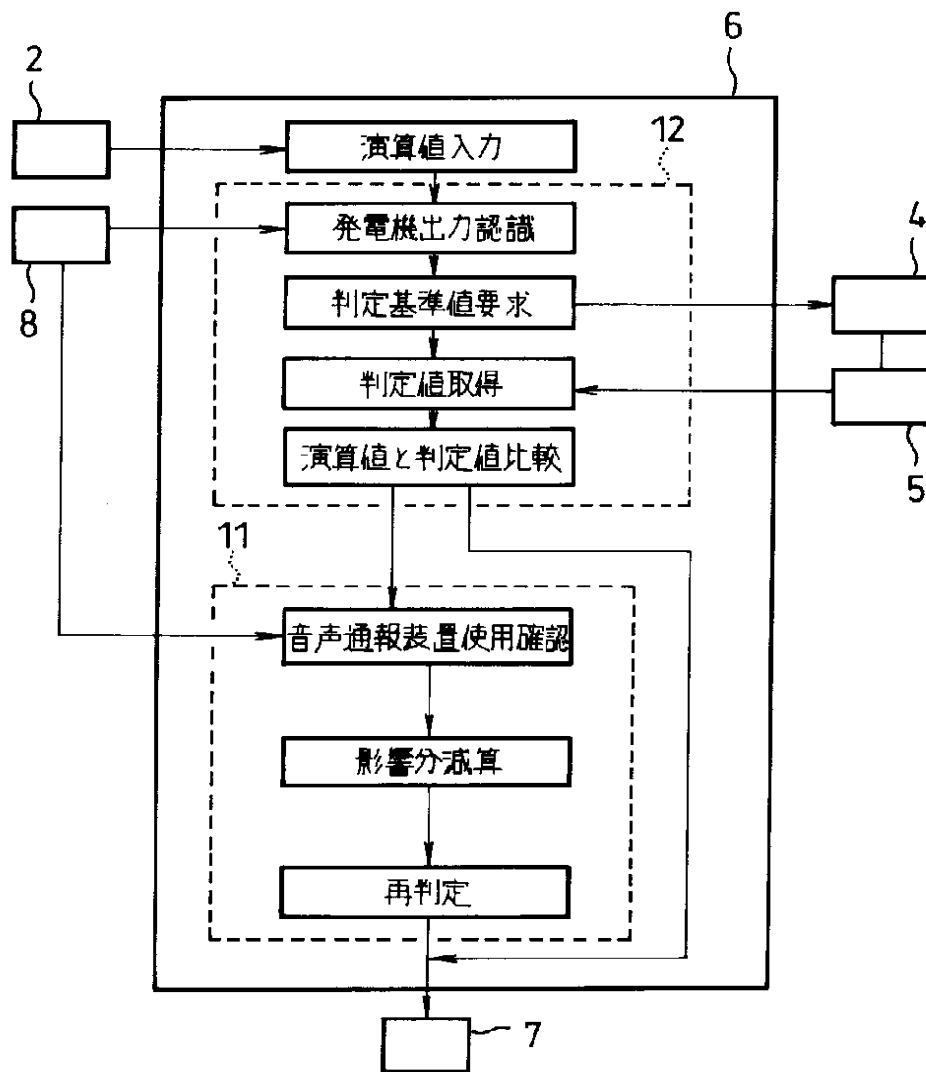
【図1】



【図2】



【図3】





【図4】

